© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

MAY 16 1923

3932

Nr. 4—7. 1920

Sitzungsbericht

der

Gesellschaft naturforschender Freunde

zu Berlin

vom April—Juli 1920.

Ausgegeben am 20. Dezember 1920.

Vorsitzender: Herr Pompeckj.

Inhalt:

Wachs, H., Über Augenoperationen an Amphibienlarven.
Pfizenmayer, E. W., Bastardierungen von Cavicorniern in Transkaukasien.
Moser, F., Nordische Siphonophoren.

Über Augenoperationen an Amphibienlarven.

Von **Horst Wachs**, Rostock.

Im nachfolgenden möchte ich die hauptsächlichsten Tatsachen und Gedankengänge, über die ich in einem am 10. Februar 1920 gehaltenen Vortrage berichtete, kurz darstellen. Ich werde dabei die beiden Teile des Vortrages, die über die Regeneration der Linse von der oberen Iris und die Neubildung der Retina handelten, möglichst knapp fassen, da über jene Untersuchungen unter dem Titel „Neue Versuche zur Wolff'schen Linsenregeneration" im Archiv für Entwicklungs-Mechanik Bd. 39, 1914 und über diese im gleichen Archiv 1920 unter dem Titel „Restitution des Auges nach Exstirpation von Retina und Linse bei Tritonen" ausführlich berichtet wurde. Doch möchte ich schon bei dieser Gelegenheit in gleicher Weise wie beim Vortrag einige Bemerkungen und Hinweise einflechten, die in Rücksicht auf einige Erscheinungen der neueren Literatur angebracht erscheinen. An anderer Stelle wird hierauf ausführlicher eingegangen werden. Eingehender will ich die Ausführungen des letzten Teiles darstellen, die über neue, noch unveröffentlichte Untersuchungen handelten. Der ganze Vortrag schloß sich an eine größere Anzahl von Lichtbildern nach Mikrophotogrammen der Präparate an.

Zunächst wurde kurz eingegangen auf die normale Bildung des Auges. Vom primären Hirnbläschen bilden sich die primären

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Augenblasen als seitliche Ausstülpungen, berühren die Haut und falten sich dann zu einem zweiwandigen Becher ein, dessen distale Wand zur Retina, dessen proximale zum Pigmentepithel wird (Fig. 1—4). An der Berührungsstelle bildet sich von der Haut aus die Linse. Aus diesen Befunden der rein deskriptiven Untersuchung konnte und wurde tatsächlich der Schluß gezogen, daß das aus der Haut vorwachsende Linsenbläschen ursächlich die eben erwähnte Einstülpung der primären Augenblasen bedinge. Dieser Schluß erwies sich auf Grund experimenteller Untersuchungen als irrig. Es zeigte sich vielmehr, daß die Augenblase in sich selbst die Fähigkeit besitzt, diese Einstülpung zu vollziehen. Wird

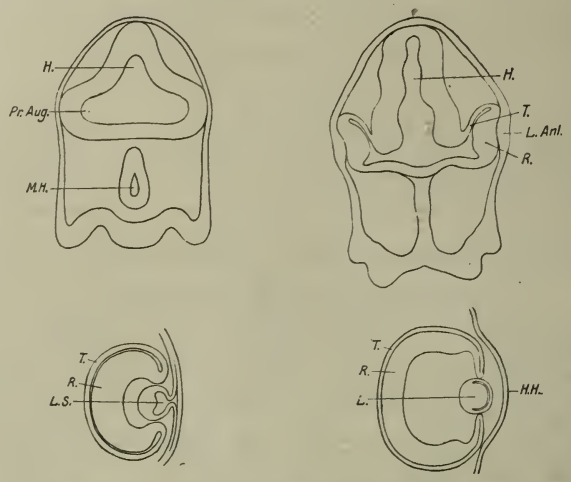

Fig. 1—4. Schemata der normalen Bildung von Auge und Linse.
H = Hirn, Pr. Aug. = Primäre Augenblase, M. H. = Mundhöhle, T. = Tapetum nigrum = Pigmentepithel, R = Retina, L. Anl. = Linsenanlage, L = Linse, H. H. = Hornhaut.

die Anlage der Augenblase aus der noch offenen Medullarplatte herausgeschnitten und verpflanzt oder so gedreht, daß sie die Haut nicht berührt, so entsteht aus ihr ein Auge ohne Linse, das abgesehen von diesem Mangel einem normalen Auge gleicht und anatomisch und histologisch die Verhältnisse eines normalen Auges aufweist. Dieser leicht anzustellende Versuch wurde nach dem Vorgang früherer Untersucher auch von mir selbst in zahlreichen Fällen ausgeführt.

Durch ähnliche Versuche, die von SPEMANN und anderen ausgeführt wurden (vgl. die in Heft 13 der „Naturwissenschaften" unter dem Titel „Zur Entwicklungsphysiologie des Auges der Wirbeltiere. 1. Die Linsenbildung aus der Haut". Bd. 17, 1919

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gegebene Zusammenfassung), wurde vielmehr erwiesen, daß die zwischen Auge und Linse bestehende Entwicklungs-Korrelation gerade umgekehrt sich so darstellt, daß der Augenbecher seinerseits die Haut zur Linsenbildung veranlaßt. Es würde zu weit führen, auf diese Versuche hier näher einzugehen.

Wird aus dem fertig gebildeten Auge die Linse entfernt, so steht, wenn anders der Verlust ersetzt werden soll, der normale Mutterboden der Linse, die jugendliche Haut, nicht mehr zur Verfügung. Unter diesem Gedankengange und um den Organismus womöglich vor eine neue, ihm noch niemals gestellte Aufgabe zu stellen, nahm Gustav Wolff (1894) die Staroperation an Tritonen vor. Es zeigte sich, daß der Verlust ersetzt wurde, und zwar dergestalt, daß die Linse von der oberen Iris aus regenerierte (Fig. 5—8).

Fig. 5—8. Schemata der regenerativen Bildung der Linse.
Fig. 5: Erste Anlage des „Linsenbläschens". Fig. 6: An der inneren Wand bilden sich die ersten Linsenfasern, ein „Fasernhügel". Fig. 7: Fasern zum „Fasernkern" ausgewachsen; oben zwei Klümpchen ausgestoßenen Pigments. Fig. 8: Die eben fertige, losgelöste Linse; oben die neuen Zonalafasern. Originale nach eigenen Präparaten.

Aus diesem Befund ergeben sich mehrere beachtenswerte Fragen. Einmal sehen wir hier einen verlorenen Teil von einem Gewebe (der Iris) regeneriert werden, der mit seiner normalen Bildung nichts zu tun hat. Zweitens sehen wir an eben diesem Gewebe diese Neubildung entstehen, ohne daß eine Wundstelle, die doch sonst bei regenerativem Geschehen als Ursprungsstelle des neu zu Bildenden zu bestehen pflegt, vorhanden ist oder vorhanden zu sein scheint. Schließlich ist es auffällig, daß an einem Gewebe, das, wie die Iris, histologisch im ganzen Umkreise gleichartig zu sein scheint und daher als gleichpotentiell erscheint, eine

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ganz bestimmte Partie, jeweils der obere Teil, allein zur Linsenregeneration schreitet.

Dem Verständnis der hier vorliegenden Probleme näher zu kommen, ist das Ziel von Untersuchungen, die mich seit 1912 beschäftigen.

Um auf alle Fälle eine Verwundung der Iris zu vermeiden, wurde mit verfeinerter Methode gearbeitet, mit Glasnadeln an sehr jungen Larven. Es zeigte sich, daß trotzdem nach Entfernung der Linse in bekannter Weise regeneriert wurde.

Als Nebenergebnis zeigte sich, daß ältere Larven, kurz vor der Metamorphose, bedeutend schneller regenerieren als jüngere Tiere. Das bei ihnen nach viel kürzerer Zeit zur Loslösung kommende Regenerat ist außerdem zur Zeit der Loslösung weiter entwickelt als bei jenen. Dieses Ergebnis ist insofern von Interesse, als gewöhnlich beobachtet wird, daß die Regenerationsfähigkeit mit dem Alter des Tieres stetig abnimmt. Im Gegensatz zu dieser immer wieder beobachteten Tatsache sehen wir hier zunächst ein allmähliches Ansteigen der Regenerationsfähigkeit. Es bleibt die Frage offen, ob dieser Tatsache eine biologische Bedeutung zukommt. Wir behalten die Frage im Auge und kommen weiter unten darauf zurück.

Die weiteren Untersuchungen sollten Auskunft darüber geben, was bei dem Wegfall der Linse (infolge eben ihrer Entfernung aus dem Auge) das Wesentliche sei. Einerseits ist vorstellbar, daß die Iris durch die in der Pupillaröffnung liegende Linse in einem Tonus gehalten wird und daß der Wegfall dieses „Druckes“, dieser „Wachstumshemmung“ es ist, was die Iris nun zum Wachstum veranlaßt. Andrerseits ist vorstellbar, daß die lebende Linse durch ihren Stoffwechsel einen derartigen inneren Zustand (des Gleichgewichts) im Auge herstellt bzw. bei Vorhandensein der lebenden Linse ein derartiger Zustand besteht, daß die im Auge (gleichsam schußbereit) liegende Fähigkeit und Tendenz der Linsenneubildung nicht in die Erscheinung tritt.

Um den Stoffwechsel der lebenden Linse auszuschalten, den „Druck“ aber wirken zu lassen, wurde in das der Linse beraubte Auge eine abgetötete Linse reimplantiert. Zur Verwendung kamen einerseits Linsen, die nur in Alkohol abgetötet waren (und danach wieder gewässert), andrerseits, da diese Linsen nach der Reimplantation zerfielen, abgetötete, mit Paraffin durchtränkte Linsen. Es zeigte sich, daß die Regeneration durch den von einer solchen toten Linse ausgeübten „Druck“ beeinflußt, verzögert, nicht aber vollkommen unterdrückt wurde.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Um den Einfluß des Linsenstoffwechsels, tunlichst unter Ausschaltung einer Hemmung durch Druck, zu prüfen, wurde in das linsenlose Auge eine kleinere Linse, einem jüngeren Tiere entnommen, reimplantiert.

Durch eine solche lebende Linse wurde auf die Regeneration ein hemmender, verzögernder Einfluß ausgeübt, wenn sie, wie das geschah, eine Weile im Auge lag und dann im Auge zerfiel.

Blieb sie aber im Auge erhalten und heilte sie ein, so wurde hierdurch die Neubildung einer Linse von der Iris aus vollkommen unterdrückt! Das heißt mit anderen Worten: das Auge, das infolge der an ihm vorgenommenen Staroperation alle etwa mit dieser Operation verbundenen Schädigungen erlitten hatte, bildete keine neue Linse, wenn eine kleinere, lebende Linse reimplantiert wurde und einheilte!

Dieses Ergebnis spricht sehr dafür, daß das Wesentliche bei der Staroperation der Wegfall des Stoffwechsels der lebenden Linse ist! Wir werden sehen, daß dieser Schluß, der hier immerhin schon mit großer Wahrscheinlichkeit gezogen werden kann, durch andere, unten mitzuteilende Versuche einwandfrei als richtig erwiesen wurde. Diese Tatsache übersieht Uhlenhuth vollkommen, wenn er (Arch. f. Entw.-Mech. 1919, S. 498 ff.) auf Grund seiner sonst sehr schönen Untersuchungen zu dem Schluß kommt, daß der Anlaß zu dem ersten, die Linsenregeneration einleitenden Vorgang, der Ausstoßung des Pigments aus den Iriszellen, darin zu suchen sei, daß bei der Linsenexstirpation ein die Iris ringsum abschließender „Irissack“, d. h. eine die Iris im unverletzten Auge vor dem Kontakt mit dem Humor aqueus bewahrende membranöse Bildung zerrissen werde! Ich komme hierauf ebenfalls weiter unten zurück.

Als Nebenergebnis zeigte sich, daß auf eine kleinere Linse, die in einen älteren Organismus implantiert wurde, ein nachweisbarer Einfluß von diesem älteren Organismus ausgeübt wurde. Eine solche aus einem jüngeren Tier stammende Linse erfuhr in dem älteren Organismus eine Beeinflussung im Sinne einer Wachstumsbeschleunigung. Ich konnte diese Tatsache im Bilde (nach den entsprechenden Präparaten) nachweisen durch den Vergleich der transplantierten Linse mit ihrer im kleineren Tier zurückgelassenen „Schwesterlinse“ des linken Auges. Die transplantierte Linse war innerhalb der gleichen Zeit bedeutend stärker gewachsen als die nicht transplantierte, im kleineren Tiere belassene Linse.

Leider ist dieser so sehr klare Fall einer Beeinflussung des Transplantates durch die Unterlage weder von Barfurth in seinem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

großen „Rückblick auf die Ergebnisse fünfundzwanzigjähriger Forschung", Regeneration und Transplantation (Anatomische Hefte, 2. Abteil. „Ergebnisse" 22, 1916) bei Besprechung solcher Einflüsse (S. 579 ff.) erwähnt noch von Dürken in seiner „Einführung in die Experimentalzoologie" an entsprechender Stelle (S. 208 ff.) als Beispiel herangezogen worden. In Rücksicht auf die Klarheit der hier vorliegenden Verhältnisse und ihre leichte Darstellbarkeit dürfte sich dieser Fall einer Beeinflussung des Transplantates durch die Unterlage besonders als Lehrbeispiel eignen!

War somit im Fortfall der lebenden Linse der Fortfall einer Hemmung zum mindesten wahrscheinlich geworden, so mußte es Ziel weiterer Untersuchungen sein, nach den zur Regeneration treibenden Momenten zu suchen.

In Verfolg dieser Gedankengänge wurde zunächst geprüft, ob die obere Iris zur Regeneration veranlaßt wird durch Einflüsse, die vom Auge oder von sonstwo ausgehend in sie hineingelangen auf dem Wege einer, ja normalerweise stets bestehenden, zelligen Verbindung der Iris mit dem Auge.

Der Versuch bestand darin, diese Verbindung zu lösen, die Iris bzw. ein Stück der oberen Iris abzuschneiden und unter Belassung im Auge nicht mehr in zelluläre Verbindung mit dem Auge treten zu lassen. Zu diesem Zweck wurde ein abgeschnittenes Stück der oberen Iris entweder im gleichen Auge tunlichst in den Glaskörperraum verlagert oder ein solches Stück wurde in ein anderes, der Linse beraubtes Auge implantiert.

Es zeigte sich, daß das Stück, ohne wieder anzuheilen, frei im Glaskörperraum liegend, an sich aus seinem Material eine Linse hervorbringen kann. Diese Linse läßt mit größter Deutlichkeit erkennen, daß sie hervorgegangen ist aus einem Linsenbläschen genau in der gleichen Art, wie bei der gewöhnlichen normalen wie regenerativen Bildung! Sie sitzt den Teilen des isoliert liegenden Stückes an, die nicht zur Linsenregeneration verbraucht worden sind.

Diese Tatsachen, die aus den Abbildungen 39 und 40 sowie 56, Arch. Entw. Mech. Bd. 39, 1914, in denen die an einem solchen Stück gebildete Linse bzw. Linse und implantiertes Stück dargestellt sind, mit aller Deutlichkeit zu entnehmen sind, werden von Uhlenhuth übersehen, wenn er sagt, daß solche Stücke nicht sowohl regenerierten, als vielmehr sich in eine Linse umwandeln. Er sagt S. 555: „Im ersteren Falle, bei Implantation eines Irisstückes ins Augeninnere, liegt überhaupt gar kein Regenerationsprozeß, sondern bloß ein Formbildungsprozeß vor". Man wolle hierzu

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

besagte Abbildungen und den hier wiedergegebenen Schnitt (Fig. 9) betrachten, und man sieht ohne weiteres, daß diese Darstellung nicht den Tatsachen entspricht: an dem Stück ist eine Linse regeneriert, die vom Stück nachbleibenden Teile sind noch dicht mit Pigment erfüllt! Warum blieben diese aus den Abbildungen ersichtlichen Tatsachen, die sich mit Uhlenhuth's Auffassung nicht vereinbaren lassen, unberücksichtigt bzw. weshalb erfuhren die Ergebnisse dieser Versuche eine Ausdeutung, die sich mit den dargestellten Befunden nicht vereinbaren läßt?

Fig. 9.

Die Tatsache der Linsenbildung an einem frei in der hinteren Kammer liegenden Stück zeigt jedenfalls klar, daß die Zellen der oberen Iris zur Linsenregeneration nicht eines zellulären Zusammenhanges bedürfen und daß sonach alle an einen solchen Zusammenhang gebundenen Einwirkungen (nervöse oder von Zelle zu Zelle sich ausbreitende) nicht mehr in Frage kommen. Sonach besitzt entweder ein solches Stück in sich selbst alle nötigen Potenzen, oder etwaige Einflüsse des Auges sind derartige, daß sie sich frei durch den Glaskörperraum auszubreiten vermögen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Als Nebenergebnis zeigte sich, daß bei Berührung der an Iris und Irisstück entstehenden Regenerationsanlagen diese Regenerationsanlagen sich zur Bildung einer einzigen Linse vereinigen können, die ihren doppelten Ursprung dann aber meist an einer eigenartig „doppelzentrischen Schichtung" ihrer Fasern erkennen läßt.

Um die oben gestellte Alternative zu entscheiden, um zu sehen, ob ein Stück der oberen Iris, getrennt von Einflüssen des Auges, fähig sei, eine Linse zu bilden, wurden solche Irisstücke abseits vom Auge implantiert. Als geeigneter Platz erwies sich die Labyrinthgegend. Die Operationen wurden an sehr kleinen Larven ausgeführt, die die Eihüllen oft noch nicht verlassen hatten. Da das ganze Tier nur wenige Millimeter mißt, ist das Auge entsprechend klein. Doch bieten diese Tiere den Vorteil, daß sich bei ihnen im Labyrinthteil leicht der nötige Raum für das zu implantierende Stück schaffen läßt.

Es zeigte sich, daß das transplantierte Stück verschieden groß ausfiel und daß davon das verschiedenartige Ergebnis abhing. Kleine Stücke erhielten sich zwar, bildeten aber keine Linsenfasern, größere Stücke, mit denen vielleicht Retina-Anlagezellen mitgekommen waren, bildeten sich zu einem vollkommenen kleinen Auge um (Fig. 10) und erzeugten auch eine Linse oder Linsenfasern ähnliche Bildungen, Lentoide. Solche Lentoide fanden sich in 5 Fällen, kleine Linsen in 2 Fällen. Nur zwei Transplantate mit „viel" Retina (Nr. 25, S. 425 und Nr. 26, S. 427) entwickelten keine Linsenfasern. Ich habe die sieben Fälle der Linsenfaserbildung auf S. 428 zusammengestellt. Warum sagt Uhlenhuth dann, daß (S. 554) „den beiden (?) positiven Versuchen mit Linsenregeneration sieben negative Versuche entgegenstehen" (unter den letzteren zwei Fälle von Fischel). Ist Lentoidbildung denn nicht Linsenfaserbildung?

Nach dem mitgeteilten Ergebnis dieser Versuche ist es naheliegend, anzunehmen, daß Irisstücke ohne retinale Partien nicht imstande sind, Linsenfasern zu bilden, diese Fähigkeit somit nicht in den Stücken selbst liegt. Vielmehr erhält die Iris diese Fähigkeit erst bzw. erhält einen zur Aktivierung dieser Fähigkeit nötigen Anstoß von der retinalen Partie oder Teilen der retinalen Partie des Auges. Diese Anregung oder Beeinflussung muß dann aber eine derartige sein, die die Fähigkeit hat, sich ohne zellulären Zusammenhang auszubreiten.

Dabei bleibt diese chemische Beeinflussung auf das Auge selbst beschränkt und vermag sich nicht im Körper auszubreiten. Diese Folgerung ergab sich aus folgenden Versuchen: Wurde dem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Tiere, in dessen Labyrinth ein Irisstück implantiert war, die Linse des (rechten) Auges herausgenommen, so daß die angenommene Wirkung der retinalen Partie des Auges einsetzte, so blieb das im Labyrinth liegende Irisstück von dieser Wirkung unbeeinflußt.

Als bemerkenswertes Nebenergebnis zeigte sich, daß ein solches in die Labyrinthregion implantiertes Augenfragment die angrenzende anliegende Kopfhaut in typischer Weise beeinflussen kann. In einem Falle bildete sich aus Zellen solcher Kopfhaut,

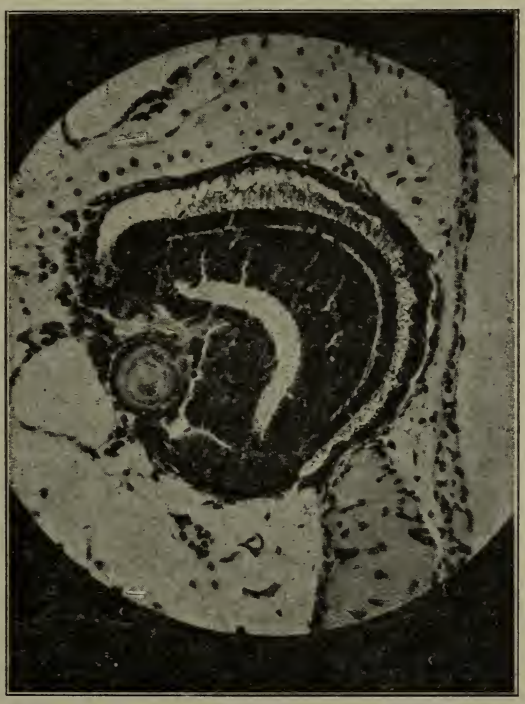

Fig. 10.

die in unmittelbare Nachbarschaft des transplantierten Augenfragments gekommen waren, Linsenfasern; in einem anderen Falle bildete sich eine richtige kleine Cornea an der Berührungsstelle des Transplantates mit der Haut, eine Cornea, die, im Leben schön durchsichtig, eine Betrachtung des Implantates ermöglichte und histologisch die Merkmale der Cornea trug (Fig. 10).

Fassen wir die Ergebnisse der mitgeteilten Untersuchungen zusammen, so läßt sich sagen, daß der Anlaß zur Regeneration nicht in einer Reizung oder Verletzung der Iris gefunden werden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

kann, sondern daß bei der Staroperation das Wesentliche der Wegfall des Stoffwechsels der lebenden Linse ist.

Das zur Regeneration treibende Moment scheint in der Retina zu liegen, doch sind die Feststellungen, die hierauf hinweisen, nicht so eindeutig, daß dieser Schluß als unbedingt sicher bewiesen gelten muß.

Die Annahme, daß das Wesentliche bei der Staroperation der Wegfall des Stoffwechsels der lebenden Linse sei, wurde nochmals durch ein Experimentum crucis geprüft. Der angestellte Versuch war der folgende; ein Stück der oberen Iris wurde abgeschnitten und in ein Auge mit Linse implantiert. Entsprach obige Annahme den Tatsachen, so mußte an einem solchen Stück jegliche Regeneration unterbleiben, wenn die Linse im Auge erhalten und lebend blieb. Würde die Linse eines solchen Auges aber etwa noch nach Implantation des fremden Irisstückes zerfallen, so müßte an dem implantierten Stück wie auch an der oberen Iris eines solchen Auges Regeneration auftreten.

Das Ergebnis entsprach in allen Fällen genau diesen Forderungen; an dem implantierten Stück unterblieb jegliche Regeneration, es blieb unverändert und ohne sein Pigment auszustoßen in der hinteren Kammer bzw. dem Glaskörperraum liegen, wenn die Linse des betreffenden Auges erhalten und am Leben blieb; zerfiel die Linse, so trat unverzüglich Regeneration ein.

Es ist hier der Ort, nochmals auf die Versuche Uhlenhuth's und seine Schlüsse zu sprechen zu kommen. Uhlenhuth stellte fest, daß an Stücken der Iris von *Salamandra maculosa* eine Ausstoßung des Pigments stattfand, wenn sie (durch Explantation) in Kontakt mit flüssigen Medien gebracht wurden. Er stellte weiter fest, daß bei der gleichen Tierart die Iris des Auges von einer bindegewebigen Membran umgeben ist, die zusammen mit dem der Iris anliegenden Teil der Linse den „membranösen Irissack" darstellt. Er nimmt an, daß diese Membran die Zellen der Iris vor dem Kontakt mit dem Humor aqueus bewahrt. Weil bei jeder Linsenextraktion dieser „Irissack" zerrissen werden muß und zerrissen wird, und weil dadurch als erste Folge jeder Linsenextraktion die Zellen der Iris mit einem flüssigen Medium in Kontakt kommen, deshalb, schließt Uhlenhuth, sehen wir nach jeder Linsenextraktion die Entpigmentierung der Iriszellen, das Ausstoßen des Pigments, vor sich gehen.

Wie würde sich, frage ich, mit diesen Anschauungen die Tatsache vertragen, daß nicht nur, wie oben ausgeführt, nach vollzogener Linsenextraktion (und sonach zerrissenem Irissack) eine Regeneration unterbleibt, wenn eine andere Linse reimplamtiert wird und einheilt, sondern daß ein Stück der oberen Iris mitten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

drin in flüssiger Umgebung liegen kann, ohne im geringsten sein Pigment auszustoßen, wie wir solches bei der Implantation von Irisstücken in ein Auge mit Linse beobachten? Wenn wir uns im ersten Falle vorstellen könnten, daß durch die reimplantierte Linse der Defekt wieder ausgeglichen, die Wirkung der Zerreißung des Irissackes aufgehoben würde (wenngleich der Humor aqueus, wenn er einmal an die Iriszellen herangetreten ist, doch eigentlich nicht ohne weiteres wieder beseitigt werden könnte!), so ist bei dem anderen Versuch für eine solche Ausdeutung keine Möglichkeit mehr gegeben! Das implantierte Irisstück liegt zweifellos in dauerndem Kontakt mit einem nicht festen Medium und behält sein Pigment doch! Hier müssen sonach andere Ursachen wirken, und sie wirken in der Tat, wie gezeigt, als Stoffwechsel der lebenden Linse. In einer besonderen Erwiderung auf UHLENHUTH's Einwände wird hierauf noch näher eingegangen werden.

Um es noch einmal unmißverständlich auszudrücken: solange der Stoffwechsel der lebenden Linse im Auge besteht, befindet sich das Auge (chemisch oder chemisch-physikalisch) in einem stabilen, in einem Gleichgewichtszustand*). Wird dieses Gleichgewicht gestört, dadurch, daß dieser Stoffwechsel der lebenden Linse ausfällt, so reagieren die Zellen der oberen Iris auf diesen veränderten Zustand durch die Bildung einer Linse. Damit tun diese Zellen nichts anderes als das, was die Hautzellen normalerweise in der Ontogenese jedes Individuums tun, wenn der Einfluß des Augenbechers sie trifft. Für die Ontogenese hat sich gezeigt, daß bei manchen Formen auch Bauchhaut oder Kopfhaut auf diesen Einfluß des Augenbechers, den wir, so unbekannt er uns seinem Wesen nach sein mag, als „linsenauslösenden Einfluß" bezeichnen müssen, zu reagieren imstande sind. Das Problem, wie jener Einfluß wirkt und wieso diese verschiedenen Zellen auf seinen Einfluß in gleicher Weise zu reagieren vermögen, ist für die Ontogenese und für die Regeneration das gleiche und das gleiche für die Zellen der Haut, des Kopfes, des Bauches und der oberen Iris! Vorerst ist hierüber noch nichts ermittelt worden.

Wie oben die Erkenntnis, daß der Wegfall des Stoffwechsels der lebenden Linse das Wesentliche ist, durch ein Experimentum

*) Im Arch. Entw. Mech. Bd. 47, S. 239 ff., teilt PETERSEN-Heidelberg die Bildung einer kleinen Linse im Anuren-Auge mit. Sie fand statt in einem Auge mit erhaltener Linse, nach Implantation einer Epiphyse, am Wundrand. Durch diesen Befund ist nicht, wie PETERSEN meint, die Sekretions- und Antisekretionshypothese hinfällig geworden (S. 246); denn offensichtlich wird doch gerade durch die Implantation der Epiphyse der „Gleichgewichtszustand" gestört! Und das ist das Wesentliche! Zusatz am 26. XI. 1920.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

crucis abermals geprüft wurde, so sollte auch die Annahme, daß das treibende Moment in einem vom Augenbecher ausgehenden Einfluß liege, nochmals experimentell geprüft werden, zumal diese Annahme ja nicht bindend hatte bewiesen werden können.

Die Aufgabe war sonach, die Zellen der Iris durch eine andere als die schon gewählte Versuchsanordnung von eventuellen Einflüssen des Augenbechers zu trennen.

Zu diesem Zweck wurde außer der Linse auch die Retina aus dem Auge entfernt und die Iris an ihrem Platze belassen. Hätten solche retinalose Augen eine Linse regeneriert, so wäre der oben gezogene Schluß als Trugschluß erwiesen und der Wissenschaft damit ebenfalls gedient gewesen.

Das Ergebnis dieses Versuches war jedoch ein ganz unerwartetes: das Auge ersetzte erst die verlorene Retina und dann die Linse.

Da hierüber schon eine vorläufige Mitteilung in den Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Rostock (Bd. 7, 1919) vorliegt, und neue Tatsachen oder Meinungen zu diesen Befunden mir bisher nicht bekannt wurden, die ausführliche Mitteilung auch in aller Kürze, wie erwähnt, im Arch. f. Ent.-Mech. mit einer ganzen Anzahl von Abbildungen erscheint, möchte ich über diesen im Vortrag naturgemäß ausführlich behandelten Teil nur mit wenigen Worten berichten.

Die Entfernung der Linse und der Retina geschieht durch eine hinter dem Auge gesetzte Öffnung, durch die an den Bulbus herangegangen wird. Linse und Retina kommen zusammen heraus. Nach dieser Operation verkleinert sich das Auge und scheint zu degenerieren. Etwa um den 14. Tag ist der Tiefstand erreicht. Dann tritt zusehends eine Wiederherstellung ein, und nach etwa 7 Wochen besitzt das Tier wieder ein Auge, das sich von dem normalen Auge der anderen Seite kaum unterscheidet. Dies die Beobachtung am Lebenden.

Die Schnittuntersuchung zeigt, daß als Grundlage für den „Entwurf“ der neuen Retina Zellen vom inneren Blatte der Iris vorrücken, natürlich unter lebhafter Zellvermehrung. Außer von hier erhält die neue Retina bzw. ihre Anlage aber noch Zuwachs von dem „Pigmentepithel“ aus, das bei dieser Operation im Auge zurückbleibt. Es wurde an Hand der Bilder und der Originalpräparate gezeigt, daß diese Feststellung den Tatsachen entspricht und außer Zweifel steht. Auf das besondere Interesse, daß dieser Feststellung im Zusammenhang und Vergleich mit anderen Ermittlungen zukommt, soll hier nicht näher eingegangen werden.

Wenn sich so die Anlage, der „Entwurf“ der neuen Retina gebildet hat, beginnt an der oberen Iris die Regeneration der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Linse und schreitet dann in der bekannten Weise fort. Zu dieser Zeit braucht in der Retinaanlage noch keine histologisch nachweisbare Differenzierung der nervösen Elemente stattgefunden zu haben.

Diese dann allmählich stattfindende Differenzierung beginnt rings im Umkreis des Auges und schreitet von da zum Hintergrunde des Auges fort. Nachdem sich der zwischen Retinaanlage und Pigmentepithel naturgemäß eine Zeitlang bestehende Zusammenhang wieder gelöst hat und die Differenzierung der neuen Retina vollendet, schließlich auch die Linse wieder hergestellt ist, gleicht das regenerierte Auge wieder vollkommen einem normalen. Auch die Reste des Pigmentes, die sich lange Zeit noch in der neuen Retina, teils in ihren Zellen, teils in Gestalt von Pigmentklumpen zwischen den Zellen, finden, sind schließlich beseitigt.

Was sagt nun dieser Verlauf des Versuches aus über die Fragestellung, unter der er in Angriff genommen wurde? Da die Absicht, die Zellen der Iris dauernd von den Einflüssen der Retina zu isolieren, nicht erreicht wurde, insofern sich eine neue Retina bildete, ist die durch den Versuch gegebene Antwort weder ein „Nein“ noch ein „Ja“. Immerhin zeigte sich, daß die Neubildung der Linse erst einsetzte, nachdem das Anlagematerial für die Retina gebildet worden war. Natürlich sagt die rein zeitliche Aufeinanderfolge dieser beiden Vorgänge nichts über einen ursächlichen Zusammenhang zwischen ihnen aus. Wäre die zeitliche Folge aber eine umgekehrte gewesen, dergestalt, daß sich erst die Linse und dann die Retina gebildet hätte, so hätte das erste Geschehen, die Linsenbildung, nicht unter einem Einflusse der Retina stehen können. Nach Ausgang des Experimentes bleibt diese Möglichkeit also unwiderlegt.

Die mitgeteilten Versuche haben noch nichts darüber ausgesagt, wie es kommt, daß es jeweils der oben im Auge gelegene Teil der Iris ist, von dem aus die Bildung der Linse vor sich geht. Da histologisch kein Unterschied zwischen oberer und unterer bzw. seitlich gelegener Iris zu finden ist (abgesehen von den besonderen Bildungen im mittleren unteren Teil der Iris, die mit dem fötalen Augenspalt in Beziehung stehen), ist nicht einzusehen, wieso ein potentieller Unterschied zwischen diesen Teilen bestehen soll. Daß er trotzdem bestehen kann, ist nach anderen Erfahrungen ohne weiteres klar. Immerhin wäre es naheliegender, das Bestimmende in diesem Falle nicht in einer Verschiedenheit der Potenz zu suchen, sondern in der Verschiedenheit der Lage dieser

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zellen. Inwiefern, ist zu fragen, befinden sich die Zellen der oberen Iris in einem für die Regeneration günstigeren Lageverhältnis als die Zellen der unteren Irispartien oder die seitlich liegenden Teile? Es ist naheliegend, bei Beantwortung dieser Frage an Einflüsse der Schwerkraft zu denken. Wolff prüfte diesen Einfluß der Schwerkraft, der ja bei normaler Lage des Tieres die obere Iris in anderer Weise trifft als die Zellen der unteren. Er brachte die Tiere nach der Staroperation in Rückenlage. So befanden sich die Zellen der unteren Iris jetzt, in bezug auf die Schwerkraft, im gleichen Zustande wie vordem die obere Iris. Er stellte fest, daß auch bei diesen Tieren, in dauernder Rückenlage, die Linse von der „oberen" Iris (jetzt unten liegend), also entgegen der Schwerkraft gebildet wurde. Sonach war gezeigt daß die Schwerkraft nicht das Entscheidende ist.

Ist das Entscheidende nicht die Lage der Zellen im Verhältnis zur Schwerkraft, so könnte es ihre verschiedene Lage im Verhältnis zum Tier sein. Auch diese Möglichkeit ist einer experimentellen Prüfung zugänglich. Zu diesem Zweck stellte ich folgenden Versuch an. Ich löste den Bulbus ringsum, ohne aber den Opticus zu zerreißen, und drehte nun das ganze Auge um 160° dergestalt, daß die obere Iris nun im Tier unten lag und umgekehrt. Es zeigte sich, daß die Operation ohne besondere Schwierigkeiten gelang und das gedrehte Auge wieder einheilte. Nun konnte, nach beliebig kürzerer oder längerer Zeit, aus dem gedrehten Auge die Linse entfernt werden.

Das klare Ergebnis des Versuches war, daß die Linse am gedrehten Auge vom gleichen Material wie gewöhnlich gebildet wurde, also von dem nun im Tier „unten" liegenden Irisrand. Sonach ist auch die Lage der Zellen im Tier nicht das Entscheidende. Es bleibt, soweit ich bisher sehe, nur die Annahme einer Verschiedenheit der Potenz[1]).

Auch diese Möglichkeit wurde, und zwar schon 1912 und 1913, experimentell untersucht. Die Aufgabe muß sein, Material der unteren Iris in Verhältnisse zu bringen, die sich in nichts unterscheiden von Verhältnissen, unter denen Stücke der oberen Iris regenerieren. Diese Möglichkeit besteht. Es war gezeigt worden, daß abgeschnittene Stücke oberer Iris eine Linse bilden, wenn sie in den Glaskörperraum eines linsenlosen Auges implantiert werden.

---

[1]) Die Photogramme zu diesen Versuchen, Bilder des lebenden Tieres sowie Schnittbilder, sind veröffentlicht in dem bei Th. Fischer-Freiburg i. Br. erscheinenden „Bild-Archiv".

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Es ist ohne weiteres klar, daß der gleiche Versuch mit Stücken der unteren Irispartien gemacht werden kann. Ich stellte diesen Versuch 1912 und 1913 an einer größeren Anzahl von Tieren an, und es zeigte sich, daß solche Stücke unterer Iris in keinem Falle zur Linsenbildung schritten, während gleichermaßen implantierte Stücke oberer Iris stets Linsenfasern bildeten.

Sonach scheint mir bewiesen, daß ein potentieller Unterschied zwischen den Zellen der oberen und denen der unteren Partien der Iris besteht.

Es hatte sich bei den oben mitgeteilten Untersuchungen ergeben, daß ältere Larven, solche, die der Metamorphose nahe sind, schneller regenerieren als jüngere Tiere. Es war die Frage aufgeworfen worden, ob dieser Tatsache eine biologische Bedeutung zukommt.

In diesem Zusammenhang müssen wir uns der Gedankengänge erinnern, die zur Anstellung der ersten diesbezüglichen Untersuchungen durch Wolff führten: Der Organismus sollte tunlichst vor eine ihm neue Aufgabe gestellt werden, vor eine neue Aufgabe, die er mit neuen Mitteln lösen sollte. Das heißt mit anderen Worten: es wird angenommen, daß in Freiheit, im gewöhnlichen Leben dieser Tiere, nicht der Fall eintreten wird, daß das Tier die Augenlinse verliert und sie regenerieren muß.

Diese Annahme schien berechtigt, solange Voraussetzung zur Regeneration der Linse eine (schwierig auszuführende und daher in der freien Natur nicht vorkommende) Staroperation war. Nachdem jedoch gezeigt ist, daß Wiederherstellung des Auges mit Regeneration der Linse erfolgt auch nach schwerer Schädigung des Auges, ist der Spielraum für „Augenverletzung in Freiheit" ein viel größerer! Noch größer als zunächst anzunehmen wird dieser Spielraum dadurch, daß gezeigt werden konnte, daß die Linse nicht nur nach Verletzung des Bulbus, also zusammen mit mehr oder weniger großer Schädigung des ganzen Auges, zugrunde geht, sondern daß sie zugrunde gehen kann (nicht muß) schon nach einem Einstich oder sehr starken Druck auf das Auge. Wenn sonach die Möglichkeiten des Zugrundegehens der Linse sich in einem viel weiteren Spielraum bewegen, so ist auch die Möglichkeit ihres Ersatzes, die Möglichkeit für das „Vorkommen der Linsenregeneration in Freiheit" eine viel größere, als zunächst angenommen werden konnte!

Besteht sonach, rein in logischer Ausdeutung der bekannt gewordenen Tatsachen, kein Grund mehr, an einem Vorkommen der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Linsenregeneration in Freiheit zu zweifeln, so konnte, alle diese Erwägungen in den Schatten stellend, rein empirisch das Vorkommen von Linsenregeneration in Freiheit nachgewiesen werden. Eine 1912 gefangene Larve von *Triton cristatus* besaß ein verletztes Auge, und in diesem verletzten Auge befand sich, wie die Schnittuntersuchung zeigte, die Linse in Regeneration in genau der gleichen Weise, wie oben für die operierten Tiere dargestellt! Ich konnte auch dieses Präparat im Bilde und im Original vorlegen als dasjenige, an dem unter allen bisher erhaltenen entsprechenden Präparaten die Regeneration am schönsten zu sehen ist!

Welche Ursachen, ist zu fragen, werden in Freiheit zu Verletzungen des Auges (in deren Gefolge dann Regeneration eintritt) führen und in welchem Alter bzw. Entwicklungsstadium werden die Tiere am häufigsten solche Verletzungen erleiden?

Hierzu ist zu sagen, daß mir tatsächliche Beobachtungen zur Frage „Augenverletzungen“ noch nicht vorliegen. Wohl aber sind allgemein bekannt die Ursachen einer anderen, ungemein häufigen Verletzung, nämlich die Ursachen für Verletzung und Verlust der Extremitäten. Wie durch Beobachtung im Aquarium und wie durch eigene Untersuchungen frisch eingefangener Tiere leicht feststellbar, erleiden die Larven außerordentlich häufig Verletzungen der Extremitäten dadurch, daß sie sich gegenseitig beißen! Infolge dieser Bisse geht das betreffende Bein zugrunde, und zwar auf besondere Art, über die ich Ermittlungen anstellen konnte, die jedoch an anderer Stelle ausführlich dargestellt werden sollen. Jedenfalls kennen wir den Grund: gegenseitige Bisse. Es ist naheliegend anzunehmen, daß infolge der gleichen Ursache auch Verletzungen der Augen zustande kommen können.

Doch besteht gerade für Augenverletzungen noch eine zweite Möglichkeit: sie können zustande kommen durch die Nachstellungen der Larven der Wasserkäfer, denen die Tritonlarven ebenfalls nachgewiesenermaßen ausgesetzt sind und nicht selten erliegen. Der Anstich durch die Zangen dieser Larven kann das Zugrundegehen der Linse bedingen.

Mir scheint, daß sonach füglich nicht bezweifelt werden kann, daß Möglichkeiten der Augenverletzung in Freiheit bestehen. Unlogisch wäre es, anzunehmen, daß in jedem Frühjahre alle Larven diesen Gefahren unversehrt entgingen; ebenso unlogisch aber, anzunehmen, daß alle in solch akute Gefahr geratenen Larven sämtlich dem Angriff erlägen. Wie vielmehr die Beobachtung der Kämpfe und der damit verbundenen Beinverletzungen zeigt, rettet das Tier meist sein Leben, trägt aber eine Wunde davon.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fragen wir uns nun, in welchem Lebensalter die Wahrscheinlichkeit, nur mit einer Wunde, einem „blauen Auge“ davonzukommen, am größten ist, so ist anzunehmen, daß die Tiere zur Zeit, wo sie am kräftigsten sind, am ehesten ihr Leben retten werden. Dies ist die Zeit kurz vor der Metamorphose.

In diesem Altersstadium also werden die Tiere am öftesten regenerieren müssen. In diesem Altersstadium aber sahen wir die Regeneration am schnellsten ablaufen. Sollte zwischen diesen beiden Erscheinungen, von denen die eine durch vergleichende Beobachtung festgestellt, die andere erschlossen ist, nicht ein ursächlicher Zusammenhang bestehen? Es unterliegt dem Urteil des einzelnen, diesen ursächlichen Zusammenhang anzunehmen oder abzulehnen.

Wenn wir ihn annehmen, wird durch diese Annahme die auffällige Tatsache verständlich, wie es kommt, daß hier ältere Tiere schneller regenerieren als jüngere: in diesem Altersstadium arbeitet der Mechanismus der Regeneration (ohne auf den Ausdruck „Mechanismus“ in diesem Zusammenhange besonderen Wert zu legen!) am schnellsten, weil er in diesem Altersstadium jeweils am häufigsten in Tätigkeit trat! Im einzelnen verweise ich auf die in der ausführlichen Arbeit (1920) gemachten Ausführungen.

Ist die Linsenregeneration ein Privileg der geschwänzten Amphibien? Es scheint nicht so. Für die Fische glaubt Grochmalicki Linsenregeneration nachgewiesen zu haben, doch wäre eine Nachuntersuchung erwünscht. Diesbezügliche, Frühjahr 1919 im Zoologischen Institut zu Rostock angestellte Versuche blieben bisher noch ergebnislos.

Für die Larven der Anuren, für Kaulquappen also, machte ich selbst in diesem Frühjahr (1919) entsprechende Versuche. Bei Larven von *Rana esculenta* wurde auf jungem Stadium (Schwänzchen vorgewachsen, Kiemen in Bildung) die über dem Augenbecher gelegene Haut mitsamt der Linse und einem Teile des Augenbechers entfernt. Nach Verlust dieser in Bildung begriffenen Linse bildeten die Tiere doch ein Auge mit Linse aus. Der Ursprung dieser zweiten Linse ist noch klarzustellen, sie kann aus der Iris, sie kann aber auch aus der noch jugendlichen Haut ihren Ursprung genommen haben.

Von Pelobates, der Knoblauchskröte, kamen ältere Tiere zur Operation. Es wurden solchen Larven aus dem fertig gebildeten Auge kleinere oder größere Teile mitsamt der Linse entfernt. Trotzdem stellte sich auch bei diesen älteren Tieren das Auge

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wieder her und besaß dann an Stelle der verlorenen eine neue Linse[1]). Diese Linse kann nicht aus der Haut ihren Ursprung genommen haben, sie muß aus Material des Auges gebildet worden sein. Ein zelliger Zusammenhang der neuen Linse konnte deshalb nicht nachgewiesen werden, weil die Tiere bis zur völligen Wiederherstellung des Auges, für jene Untersuchung also viel zu lange, am Leben gelassen werden sollten.

Außerdem wurde bei derselben Art auch die Linse allein aus dem fertigen Auge entfernt. Bei dieser Operation zeigte sich die bemerkenswerte Tatsache, daß bei den Kaulquappen das Auge, d. h. der Bulbus mit seiner Hornhaut, geborgen liegt unter einer harten, festen, epidermoidalen Haut! Diese Haut, die wohl gemeiniglich für die Hornhaut gehalten werden mag, ist außerordentlich zähe und fest, wogegen die zum Bulbus gehörige, mit diesem unter jener Haut frei bewegliche Hornhaut sehr zart ist und so leicht eröffnet werden kann.

Die Operation wurde folgendermaßen ausgeführt: Die feste äußere Haut wurde eröffnet durch einen etwa halbkreisförmigen Schnitt. Dann wurde die Haut zurückgeschoben, so daß der Bulbus hervorglitt. Nun wurde die Hornhaut eröffnet (sie ist, wie gesagt, sehr zart!) und die Linse entfernt. Diese Linsenexstirpation ist aber bei den Anurenlarven mit ganz anderen Schwierigkeiten verbunden als bei den Larven der Urodelen: während sie bei den Tritonen ohne weiteres mit der Glasnadel, dem üblichen Instrument bei diesen Operationen, herausgehoben werden kann, muß sie hier erst ringsum gelöst werden. Offenbar besteht ringsum eine Vorrichtung, die die Linse recht nachhaltig festhält (Zonula-Fasern). Diese Loslösung der Linse gestaltet die Operation recht mühsam. Trotzdem gelang die Operation schließlich an einer ganzen Anzahl von Tieren recht gut. Nach vollzogener Operation wurde der Bulbus wieder unter die erst zurückgeschobene äußere Haut untergebracht bzw. diese über ihn herübergezogen. So lag das operierte Auge dann recht sicher verwahrt unter dem Schutze dieser derben, durchsichtigen Haut.

In dieser Art wurden, wie gesagt, Larven von Pelobates und auch solche von Hyla, dem Laubfrosch, operiert. Die Tiere wurden zum Teil viele Wochen am Leben erhalten, einige machten die Metamorphose durch und wanderten ins Laubfroschglas.

Der Bulbus verkleinerte sich stark, die Pupille blieb aber deutlich. In einigen Fällen sah das Auge recht vertrauenerweckend

[1]) Die Photogramme dieser Tiere sind veröffentlicht im „Bild-Archiv", Th. Fiscer-Freiburg.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aus. Leider stieß einem nach dem anderen dieser mit viel Liebe gepflegten Tiere ein Unfall zu, der sie zu Tode brachte. Einige wurden fixiert und harren der weiteren Untersuchung, der beste kleine Laubfrosch starb infolge Sonnenbestrahlung und wurde so zur Untersuchung unbrauchbar. So ergaben diese Versuche, die fortzusetzen Aufgabe des nächsten Jahres sein wird, bisher noch kein sicheres Resultat. Doch wurde, wie gesagt, für Pelobateslarven die Tatsache der Wiederherstellung von Auge und Linse nach Verlust größerer Teile mitsamt der Linse des fertiggebildeten Auges festgestellt.

Bessere, erfreulichere Ergebnisse hatten Untersuchungen, die unter folgendem Gedankengang angestellt wurden und zu denen ich ebenfalls einige Lichtbilder vorwies. Entfernt man aus der Medullarplatte die Anlage des Auges, so wird dieser Verlust nicht ersetzt. Entfernt man nur einen Teil dieser Anlage, so bildet der Rest ein kleineres Auge. In diesem kleineren Auge kann ein Mißverhältnis zwischen Retina und Pigmentepithel bestehen, wenn von den Anlagezellen dieser Teile unverhältnismäßig große resp. kleine Reste nachblieben.

Ich hatte mir nun zur Aufgabe gesetzt, festzustellen, ob solch kleinere, aus einer auf dem Medullarplattenstadium verkleinerten Anlage hervorgegangene Augen schließlich doch noch normale Größe erreichen, oder ob sie dauernd kleiner als das aus dem unversehrten Material gebildete Auge blieben.

Ich entfernte also auf dem Medullarplattenstadium einen Teil der Augenanlage. Der Rest bildete dann, wie mir selbst aus eigenen Versuchen genugsam bekannt, zunächst ein kleineres Auge. Die Tiere wurden nun weiter am Leben erhalten, und es zeigte sich, daß ganz allmählich der Größenunterschied zwischen den beiden Augen immer geringer wurde. Schließlich hatte, wenn auch erst nach 10 Wochen, das operierte Auge die gleiche Größe und die gleiche Ausbildung erreicht wie das normale. Auch diese Verhältnisse wurden durch photographische Aufnahmen der lebenden Tiere im Bilde festgehalten [1]).

Das klare Ergebnis dieser Untersuchungen ist die Tatsache, daß bei Anuren aus einer verkleinerten Anlage zwar zunächst ein kleineres Auge hervorgeht, daß dies kleinere Auge aber den Größenunterschied auszugleichen vermag und so schließlich auch aus einer verkleinerten Anlage ein normales Auge resultiert.

---

[1]) Photogramme ebenfalls im „Bild-Archiv“ erschienen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

In der Diskussion zu dem Vortrag frug Herr Hansemann, ob es, biologisch betrachtet, nicht auffallend sei, daß das kleine Auge, das im Labyrinth aus einem transplantierten Stück gebildet wurde, die „Hornhaut“ an seiner retinalen Partie erzeugte, einer Stelle also, wo sie offenbar kaum einen Nutzen gewähren konnte. Das Auge selbst schaute ja, merkwürdiger- und sonderbarerweise, nach innen ins Tier hinein.

Hierzu bemerkte der Vortragende: Wie würden wir die Verhältnisse ausdeuten, wenn dieses Äuglein nicht nach innen, sondern nach außen geschaut hätte und sich eine über der ja ebenfalls entstandenen Linse gelegene Hornhaut erzeugt hätte? Wir wären geneigt zu sagen, daß hier ein offensichtlich höchst zweckdienliches Geschehen beobachtet wurde.

Was lehrt uns nun die Tatsache, daß das kleine Äuglein anders lag, so, daß es sicher kein Bild sehen, höchstens eine schwache Empfindung von Licht haben konnte? Sie lehrt uns, daß die Lage des aus transplantiertem Material entstandenen Äugleins eine vom Zufall, d. h. in unserem Falle von der Implantation abhängige war. Jener hypothetische Fall, daß das Äuglein gerade nach außen geschaut hätte, wäre sonach ebenfalls eine (zufällige) Möglichkeit unter vielen anderen gewesen. Eine in jenem Falle berechtigt scheinende Deutung unter biologischen Gesichtspunkten wäre also ein Trugschluß gewesen.

Dieser Fall zeigt einerseits, daß der Organismus nicht alles kann, nicht auf Eingriffe, wie sie ihm niemals zu begegnen pflegen, so zu reagieren vermag, daß unter allen Umständen etwas Brauchbares herauskommen muß. Andrerseits zeigt uns unser angenommener Fall, wie leicht wir einem Trugschluß in dieser Beziehung zum Opfer fallen können und wie vorsichtig in der Auslegung solcher Befunde zuwege gegangen werden muß.

Weiter bemerkte Herr Hansemann, daß für die Tatsache der Regeneration aus der oberen Iris eine Erklärung vielleicht darin gefunden werden könne, daß bei der normalen ontogenetischen Bildung der Linse Linsenbildungszellen von der Linsenanlage an die obere Iris abgegeben würden.

Der Vortragende bemerkte hierzu, daß, soweit ihm bekannt, dieser Gedanke vollkommen neu sei und durchaus erwägenswert erschiene. Ob eine solche evtl. stattfindende Abgabe von Linsenbildungszellen durch irgendeine Untersuchung erwiesen werden kann, ist zurzeit noch nicht zu sagen. Wenn sie stattfände, schiene allerdings nicht einzusehen, wieso allein in den oberen Rand des

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Augenbechers solche Linsenbildungszellen hineingelangen sollten. Doch entziehen sich diese Verhältnisse, zumal der ganze Gedanke neu ist, noch unserer Beurteilung.

Vom Vortragenden wurde aber eine andere Erklärung für die durch die neuesten Untersuchungen wahrscheinlich gewordene „potentielle Differenz" zwischen den Zellen der oberen und denen der unteren Iris erwogen. Denkt man sich die Augenanlage hineinprojeziert in den (schematisierten) Schnitt durch ein Stadium, auf dem die Medullarfalten sich zu schließen beginnen, so zeigt sich, daß die Zellen der oberen Iris den normalen Linsenbildungszellen verhältnismäßig am nächsten liegen. Zwar liegen Augenteile, die zum Pigmentepithel werden, jenen primären Linsenbildungszellen der Haut noch näher, kommen aber infolge der Lage, die sie später im Auge einnehmen, für die Regeneration nicht in Betracht.

In diesem „nachbarlichen Lageverhältnis" den Grund für einen potentiellen Unterschied oder, in bezug auf die primären Linsenbildungszellen, den Grund für eine potentielle Ähnlichkeit zu suchen, ist nach Feststellungen, die an Hautzellen in bezug auf ihre linsenbildenden Fähigkeiten gemacht wurden, durchaus naheliegend.

Es zeigte sich durch Untersuchungen, bei denen einerseits Hautstücke über die Augenblase, andrerseits die Augenblase unter andere Haut (Kopfhaut bzw. Bauchhaut) verpflanzt wurde (siehe die oben erwähnte Zusammenstellung in Heft 18 der Naturwissenschaften, 1919), daß bei Bombinator ein ganz entsprechender potentieller Unterschied in bezug auf Linsenbildungsfähigkeit besteht zwischen Zellen der Haut, die den primären Linsenbildungszellen benachbart sind (Kopfhaut) und solchen, die diesen Zellen nicht benachbart sind (Bauchhaut). Diese vermag unter dem Einfluß eines Augenbechers keine Linse zu bilden, jene vermag es.

Allgemeiner gesprochen heißt das, daß die Fähigkeiten zu besonderen Bildungen im Organismus an besondere Zellgruppen gebunden sind, daß solche „begabte" (mit irgendeiner Potenz begabte) Zellen sich aber nicht durch eine scharfe Grenzlinie gegen „unbegabte" abzugrenzen bzw. an solche anzugrenzen brauchen, sondern daß, im räumlichen Sinne, ein „allmähliches Abklingen", ein allmählicher Übergang von besonders begabten evtl. pluripotenten Zellen zu unipotenten Zellen besteht. Die Linsenbildungsfähigkeit würde sonach auf jungen Stadien einem größeren Bezirke zukommen, einem Bezirke, der sich von den primären Linsenbildungszellen bis zu den Anlagezellen der oberen Iris erstreckt: in diesem Bezirk, kann man annehmen, liegen vielleicht zwei Zentren besonders hoher

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Potenz (zur Linsenbildung), das eine bei den primären Linsenbildungszellen, das andere bei den Bildungszellen der oberen Iris.

Diese zunächst nur hypothetische Auffassung schließt sich jedenfalls am besten an andere experimentell erwiesene Tatsachen an. Sie ebenfalls durch Experimente zu prüfen, wird Sache weiterer Untersuchungen sein.

Bastardierungen von Cavicorniern in Transkaukasien.

(Mit Tafel III—V.)

Von E. W. Pfizenmayer.

Wildlebende Angehörige der Familie der Hohlhörner und ihre vom Menschen domestizierten Verwandten paaren sich nicht selten und erzeugen auch fortpflanzungsfähige Nachkommen. Darüber enthält die einschlägige Literatur eine Reihe von Nachweisen.

Schon die Alten wußten, daß das auf Sardinien und Korsika lebende Wildschaf, der Mufflon (*Ovis musimon* Schreb), mit dem Hausschaf (*Ovis aries* L.) fortpflanzungsfähige Nachkommen erzeugt, und nannten diese Bastarde *umbri* [1]). Aus neuerer Zeit sind zahlreiche Kreuzungsversuche zwischen Mufflon und Hausschaf bekannt. In den 30 er Jahren des vorigen Jahrhunderts ließ ein gewisser Durieu aus Korsika Mufflonschafe kommen und sie von einem Hausschafwidder belegen [2]).

Im Jahre 1871 wurde aus einer gleichen Verbindung (also *Ovis aries* ♂ und *Ovis musimon* ♀) im Zoologischen Garten in London ein Bastard erzielt [3]).

Bei Wiener-Neustadt wurde Mitte der 70 er Jahre des vorigen Jahrhunderts mittels importierter Mufflonwidder eine Mufflonbastardzucht angelegt [4]).

Gleiche Züchtungen wiederholte mit Erfolg der Leiter des Landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle Professor Kühn und berichtet darüber folgendes: „In dem Haupttiergarten des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle wurden von mir seit einer längeren Reihe von Jahren Paarungsversuche mit Hausschaf und Mufflon, *ovis musimon,* dem Wildschafe von Corsika und Sardinien ausgeführt. Die Ergebnisse waren bei der Verwendung der differentesten europäischen wie asiatischen und

---

[1]) Plinius, Hist. nat. L. VIII C. 48, 75.

[2]) „Journ. génér. des sociétés et travaux scientif. de la France“ 1839 Nr. 251. Ferner: „Isis“ 1839 S. 387.

[3]) „Zoolog. Garten“ 1873 S. 36.

[4]) „Natur“ 1878 S. 299.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: 1920

Autor(en)/Author(s): Wachs Horst

Artikel/Article: Über Augenoperationen an Amphibienlarven. 133-154